

**TITLE:**            *Microstrip patch antenna having high gain and wideband*

This application was preliminarily rejected pursuant to Article 63 of the Korean Patent Law based on the following reason. Should there be any opinion against this action, please file a written argument by September 18, 2005. (You can apply for 1-month extension per each case, and we do not notify you of the confirmation for such term extension.)

**[REASON]**

The present patent application cannot be registered, because claim 6 of the present invention does not satisfy the conditions requested by Article 42, Paragraph 5 of the Korean Patent Law and Article 5, Paragraph 6 of its implementing Ordinances as pointed out below.

**[BELOW]**

The present patent application cannot be registered, because a claim 6 of the present invention, which cites more than two claims citing another claim referring to more than two claims, i.e., claim 5.

**[REASON]**

This invention described in claims 1 and 2 can be easily invented by those skilled in the art as pointed out below. Accordingly, the above-identified patent application cannot be registered pursuant to Article 29, Paragraph 2 of the Korean Patent Law.

**[BELOW]**

The present invention is directed to a microstrip patch antenna including a patch antenna layer, which includes ground surface, a first dielectric layer, a first patch and a transmitting/receiving feeding circuit, and patch antenna layers, of which second and third patches are formed between a first patch antenna and a dielectric layer.

However, Japanese Patent Laid-Open No. 1997-107226 (reference 1), published on April 22, 1997, discloses a microstrip patch antenna that a radiation patch connected to a feeder and a parasitic patch affecting on a radiation characteristic are formed and layered on a dielectric substrate.

When the present invention is compared with the reference 1, both inventions are direct to layered antennas including a radiation patch, a feeder and a parasitic patch, which means that they have a similar formation. There is a difference between the present invention and the reference 1 in that the present has two parasitic patches formed on the upper part of the radiation patch, while the reference 1 has only one parasitic patch. However, the parasitic patch can be easily added to control a characteristic of an antenna when designing, and a remarkable effect does not appear although a patch is added (not shown in detailed description).

Therefore, the present invention described in claims 1 and 2 can be easily realized from the reference 1 by those skilled in the art.

Note) "the dielectric permittivity" in the third line of claim 3 of the present invention should be changed into "the relative dielectric permittivity".

*[Attachment] 1. JP Patent Laid-Open No. 1997-107226  
(Published on April 22, 1997)*



## **Information Disclosure Statement**

U.S. Patent Application Serial No. 10/749,606

Your Ref. No.: 051876.P584

Our Ref. No.: P03E9011/US/hj

Issued Date by the Korean Intellectual Property Office: July 18, 2005

Received Date from the Korean Intellectual Property Office: July 19, 2005

Reference No.:

(1) JP Patent Laid-Open No. 1997-107226

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-107226

(43)Date of publication of application : 22.04.1997

(51)Int.Cl. H01Q 13/08  
H01Q 3/26  
H01Q 21/00

(21)Application number : 07-260474

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 06.10.1995

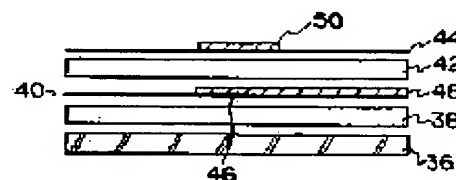
(72)Inventor : OTSUKA MASATAKA  
ISODA YOJI  
MATSUNAGA MAKOTO  
KONISHI YOSHIHIKO  
NAKAHARA SHINTARO

(54) ANTENNA SYSTEM, ITS PRODUCTION, AND ITS DESIGN METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate a metallic shielding plate which prevents unnecessary radiation from a feeder.

SOLUTION: A conductor plane plate 36, a dielectric layer 38, a dielectric film 40, a dielectric layer 42, and a dielectric film 44 are laminated in order, and a radiation element 50 which is not fed from a feeder 48 is arranged on a radiation element 46 fed through the feeder 48. Since the line related to the feeder 48 forms a micro strip line where the dielectric layer 38 is sandwiched between the feeder 48 and the conductor plane plate 36 throughout in the lengthwise direction, the change from the micro strip line to a triplate line or the reverse change is eliminated, and the feed loss is reduced. The thickness of the dielectric layer 38 is made sufficiently thinner than the used wavelength to suppress the radiation from a discontinuous point on the micro strip line consisting of the feeder 48 and the conductor plane plate 36.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.02.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3207089

[Date of registration] 06.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-04753

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 29.03.2001

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-107226

(48) 公開日 平成9年(1997)4月22日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	願記号	庁内整理番号	F:	技術表示箇所
H01Q 13/03 3/26 21/00			H01Q 13/03 3/26 21/00	C

審査請求 未請求 請求項の数16 O.L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平7-260474

(71) 出願人 000006019

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(22) 出願日 平成7年(1995)10月6日

(72) 発明者 大泉 昌幸

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 一

三菱電機株式会社内

(72) 発明者 磯田 隆次

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 二

三菱電機株式会社内

(72) 発明者 松本 誠

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

三菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

最終頁に続く

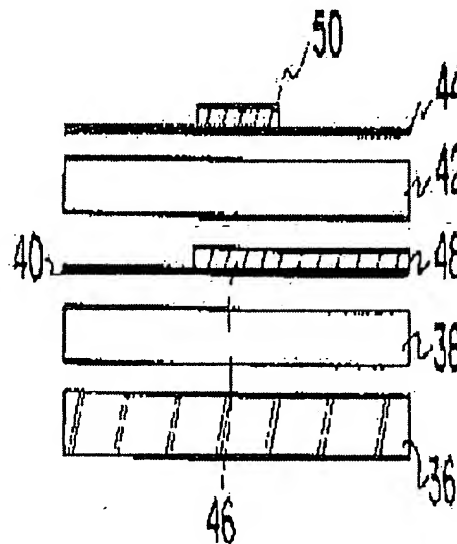
(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、その製造方法及びその設計方法

(57) 【要約】

【課題】 拾電線からの不要放射を防止するための金属遮蔽板をなくす。

【解決手段】 導体平板36、誘電体層38、誘電体フィルム40、誘電体層42、誘電体フィルム44の順で積層し、拾電線48を介して拾電を受ける放射素子46上に拾電線からは拾電を受けない放射素子50を配置する。拾電線48に係る線路がその全長に亘り拾電線48及び導体平板36にて誘電体層38をサンドイッチしたマイクロストリップラインとなるため、マイクロストリ

ップラインからトリプレートラインへ又はその逆への変化がなくなり拾電損が小さくなる。誘電体層38の厚さを使用する波長に比べて十分薄くすることにより、拾電線48及び導体平板36から構成されるマイクロストリップライン上の不連続点からの放射が抑制される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表裏両面を有する導体層と、

上記導体層の表側の面に配置され表裏両面を有する第 1 誘電体層と、

上記第 1 誘電体層の表側の面に配置され表裏両面を有する第 2 誘電体層と、

その中心同士が上記第 2 誘電体層を介し重なり合うよう、それぞれ上記第 1 又は第 2 誘電体層の表側の面に配置された第 1 及び第 2 放射素子と、

上記第 1 誘電体層の表側の面に配置され上記第 1 放射素子に係る給電に使用される給電線と、

を備え、上記第 1 誘電体層の厚さが、放射すべき信号の波長に比べ薄いことを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 2】 請求項 1 記載のアンテナ装置において、上記導体層が、上記第 1 誘電体層を介して上記第 1 放射素子と重なり合うよう、その表側の面に配置かつ形成された凹部を有することを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 3】 請求項 2 記載のアンテナ装置において、上記凹部が、上記第 1 放射素子より大きく、かつ当該第 1 放射素子の全体と重なり合うよう配置かつ形成されたことを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 4】 請求項 2 又は 3 記載のアンテナ装置において、上記凹部の内部に配置された誘電体片を備えることを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 5】 請求項 4 記載のアンテナ装置において、上記誘電体片が発泡誘電体から形成されたことを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 記載のアンテナ装置において、

上記第 2 誘電体層の表側の面に配置された第 3 誘電体層を備えることを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 7】 請求項 6 記載のアンテナ装置において、上記第 3 誘電体層の誘電率が、上記第 1 及び第 2 誘電体層より高いことを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 8】 請求項 6 又は 7 記載のアンテナ装置において、

上記第 3 誘電体層を、少なくとも上記第 1 及び第 2 放射素子を環状的に保護するレドームとして使用することを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 9】 請求項 6 乃至 8 記載のアンテナ装置において、

上記第 3 誘電体層を上記導体層に固定する固定部材を備えることを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 10】 請求項 9 記載のアンテナ装置において、

上記第 3 誘電体層と一体に形成され上記第 1 及び第 2 誘電体層を貫通して上記導体層に至る柱状部材を備え、

上記固定部材が、上記柱状部材の先端部を上記導体層に固定することを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 11】 請求項 1 乃至 10 記載のアンテナ装置において、

上記第 1 誘電体層の厚みが、放射すべき波長の 1% 以下であることを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 12】 請求項 1 乃至 11 記載のアンテナ装置において、

上記第 1 誘電体層が、その表面に上記第 1 放射素子及び上記給電線が形成された第 1 誘電体フィルムと、上記導体層と上記第 1 放射素子の間隔を保持するための厚みを有する第 1 誘電体基板と、を積層した構造を有することを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 13】 請求項 1 乃至 12 記載のアンテナ装置において、

上記第 2 誘電体層が、その表面に上記第 2 放射素子が形成された第 2 誘電体フィルムと、上記第 1 放射素子と上記第 2 放射素子の間隔を保持するための厚みを有する第 2 誘電体基板と、を積層した構造を有することを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 14】 請求項 12 又は 13 記載のアンテナ装置において、

上記第 1 又は第 2 誘電体基板が、発泡誘電体から形成された基板であることを特徴とするアンテナ装置、

【請求項 15】 導体板、放射すべき波長に比べ薄くかつ均一な厚みを有する第 1 誘電体基板、上記第 1 誘電体基板より小さな厚みを有する第 1 誘電体フィルム、均一な厚みを有する第 2 誘電体基板、並びに上記第 2 誘電体基板のより小さな厚みを有する第 2 誘電体フィルムを準備するステップと、

上記第 1 誘電体フィルムの表面に、第 1 放射素子及びこれに係電するための給電線を形成するステップと、

上記第 2 誘電体フィルムの表面に、第 2 放射素子を形成するステップと、

上記各ステップを実行した後、上記導体板と上記第 1 放射素子の間隔が上記第 1 誘電体基板により、当該第 1 放射素子と上記第 2 放射素子の間隔が上記第 2 誘電体基板により、それぞれ保持されるよう、かつ当該第 1 及び第 2 放射素子の中心同士が当該第 2 誘電体基板を介し重なり合うよう、当該導体板、当該第 1 誘電体基板、上記第 1 誘電体フィルム、当該第 2 誘電体基板及び上記第 2 誘電体フィルムを順に積層するステップと、

を有し、給電を受ける上記第 1 放射素子及び給電を受けない上記第 2 放射素子を備えたアンテナ装置を製造することを特徴とする製造方法、

【請求項 16】 請求項 1 記載のアンテナ装置を設計する際実行する設計方法において、

放射すべき周波数帯域における電圧定在波比又は反射損失の周波数特性がスミスチャート上でループを描きかつこのループがスミスチャートの中心を取り巻くよう、上記第 1 及び第 2 放射素子の寸法又は間隔を決定するステップと、

放射すべき周波数帯域における電圧定在波比又は反射損失が上記ループ上に属することとなるよう、上記第1又は第2誘電体層の厚みを決定するステップと、  
を有することを特徴とする設計方法。

【請求項17】 請求項2記載のアンテナ装置を設計する際実行する設計方法において、

放射すべき周波数帯域における電圧定在波比又は反射損失の周波数特性がスミスチャート上でループを描きかつこのループがスミスチャートの中心を取り巻くよう、上記第1及び第2放射素子の寸法又は間隔を決定するステップと、

放射すべき周波数帯域における電圧定在波比又は反射損失が上記ループ上に属することとなるよう、上記第1誘電体層の厚み及び上記凹部の寸法を決定するステップと、

を有することを特徴とする設計方法。

【請求項18】 請求項6記載のアンテナ装置を設計する際実行する設計方法において、

放射すべき周波数帯域における電圧定在波比又は反射損失の周波数特性がスミスチャート上でループを描きかつこのループがスミスチャートの中心を取り巻くよう、上記第1及び第2放射素子の寸法又は間隔を決定するステップと、

放射すべき周波数帯域における電圧定在波比又は反射損失が上記ループ上に属することとなるよう、上記第3誘電体層の誘電率を決定するステップと、  
を有することを特徴とする設計方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はアンテナ装置、例えば衛星通信、衛星放送等の地上受信局において使用可能なアンテナ装置に関し、更にはその製造方法や設計方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 特開平2-252304号公報は、図23及び図24に示されるように、導体平板10の上に誘電体層12、14、フィルム16、誘電体層18及び金属遮蔽板20を順に積層した構成を開示している。誘電体層14、18及び金属遮蔽板20にはそれぞれ開口部22、24又は26が設けられている。開口部22の内部には誘電体層14上に形成され給電線路32から給電を受ける放射素子28が配置されており、開口部24の内部にはフィルム16上に形成され放射素子28と電気結合する放射素子30が配置されている。放射素子30は、広い周波数帯域に亘りインピーダンス整合を実現するのに役立つ。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述の構成においては、導体平板10、給電線路32及び金属遮蔽板20が、見出し、トリプレートラインを形成している。特

に、図23中符号34で示される部位は、このトリプレートラインとマイクロストリップラインとを接続する部位であるため、給電に係る伝搬モードの不連続性が生じる。その結果、放射素子28に係る給電に際しては、パラレルプレートモードでの信号伝搬、ひいては給電損失の増加が発生する。加えて、放射素子30と金属遮蔽板20が別層であるため部品点数が多く従って高価にもなる。なお、これらの問題は、金属遮蔽板20を廃止することにより解消できる。しかし、金属遮蔽板20を単純に廃止するのみでは、給電線路32から不要な信号が放射されることになってしまう。

【0004】 本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、金属遮蔽板の廃止により、給電損失が小さなアンテナ装置を実現すると共に、部品点数が少なく従って安価に製造可能なアンテナ装置を実現することを第1の目的とする。本発明は、誘電体層の厚みの設定により、金属遮蔽板の廃止にもかかわらず給電線からの不要放射が生じないアンテナ装置を実現することを第2の目的とする。本発明は、導体層の改良又は誘電体層の追加により、より広い周波数帯域に亘って好適に動作するアンテナ装置を実現することを第3の目的とする。本発明は、レドームの改良により、積層構造を支持する強度や製造の際の工作精度を改善し、ひいてはより安定な特性を有する装置を製造可能にすることを第4の目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 このような目的を達成するために、本発明の第1の構成に係るアンテナ装置は、表裏両面を有する導体層と、上記導体層の表側の面に配置され表裏両面を有する第1誘電体層と、上記第1誘電体層の表側の面に配置され表裏両面を有する第2誘電体層と、その中心同士が上記第2誘電体層を介し重なり合うよう、それぞれ上記第1又は第2誘電体層の表側の面に配置された第1及び第2放射素子と、上記第1誘電体層の表側の面に配置され上記第1放射素子に係る給電に使用される給電線と、を備え、上記第1誘電体層の厚さが、放射すべき信号の波長に比べ厚いことを特徴とする。

【0006】 本構成においては、第1誘電体層の厚さが、放射すべき信号の波長に比べ厚い。従って、コーナーや変成器構造等の部位で給電線に伝搬モード不連続点が生じたとしても、給電線からは、給電損失としては無視できる程度の放射が生じない。これにより、給電損失が小さくなると共に、給電線からの不要放射を防ぐための金属遮蔽板が不要になる。すなわち、本構成においては、従来に比べ低損失で、部品点数が少なく、かつ安価なアンテナ装置が得られる。

【0007】 本発明の第2の構成に係るアンテナ装置は、第1の構成において、上記導体層が、上記第1誘電体層を介して上記第1放射素子と重なり合うよう、その

表側の面に配置かつ形成された凹部を有することを特徴とする。本発明の第3の構成に係るアンテナ装置は、第2の構成において、上記凹部が、上記第1放射素子より大きく、かつ当該第1放射素子の全体と重なり合うよう配置かつ形成されたことを特徴とする。本発明の第4の構成に係るアンテナ装置は、第2又は第3の構成において、上記凹部の内部に配置された誘電体片を備えることを特徴とする。本発明の第5の構成に係るアンテナ装置は、第4の構成において、上記誘電体片が発泡誘電体から形成されたことを特徴とする。

【0008】第2の構成において設けられる凹部は、第1放射素子と導体層の表側の面との距離を大きくする作用を有している。第1放射素子と導体層の表側の面との距離が大きくなると、一般に、電圧定在波比（以下VSWRという）又は反射損失が小さな周波数帯域の幅が広がる。従って、上述の凹部を設けることにより、インピーダンス整合できる周波数帯域の幅が広がる。その際、第1誘電体層を厚くする必要はないから、第1の構成における作用も引き継ぎ得られる。さらに、第1放射素子の端部から発せられる電気力線は一般に第1放射素子の寸法よりも広い範囲に亘って広がるから、第3の構成を採用することにより第2の構成に係る作用がより顕著になる。また、第4の構成において凹部の内部に挿入される誘電体片は、凹部近傍の構造を維持する上で役立つ。第5の構成のようにその材質が発泡誘電体であれば、誘電体片を挿入したとしても損失の増大は生じにくい。

【0009】本発明の第6の構成に係るアンテナ装置は、第1乃至第5の構成において、上記第2誘電体層の表側の面に配置された第3誘電体層を備えることを特徴とする。本発明の第7の構成に係るアンテナ装置は、第6の構成において、上記第3誘電体層の誘電率が、上記第1及び第2誘電体層より高いことを特徴とする。本発明の第8の構成に係るアンテナ装置は、第6又は第7の構成において、上記第3誘電体層を、少なくとも上記第1及び第2放射素子を環境的に保護するレドームとして使用することを特徴とする。本発明の第9の構成に係るアンテナ装置は、第6乃至第8の構成において、上記第3誘電体層を導体層に固定する固定部材を備えることを特徴とする。本発明の第10の構成に係るアンテナ装置は、第9の構成において、上記第3誘電体層と一体に形成され上記第1及び第2誘電体層を互通して導体層に至る柱状部材を備え、上記固定部材が、上記柱状部材の先端部を上記導体層に固定することを特徴とする。

【0010】第6の構成において設けられる第3誘電体層は、第1放射素子から発せられる電気力線を第2放射素子側に誘導する作用を有している。この誘導により、一般に、第1放射素子と第2放射素子の電磁結合が強くなる。第1放射素子と第2放射素子の電磁結合が強くなると、一般に、VSWR又は反射損失が小さな周波数帯

域の幅が広がる。従って、上述の第3誘電体層を設けることにより、インピーダンス整合できる周波数帯域の幅が広がる。その際、第1誘電体層を厚くする必要はないから、第1の構成における作用も引き継ぎ得られる。加えて、第2の構成のように凹部を設ける必要がないから、導体層を第2の構成に比べ薄くでき、装置をより小形化できる。さらに、第7の構成の如く第3誘電体層の誘電率を高い値に設定すると、第6の構成における電磁結合強化の作用はより著しくなる。また、第8の構成の如く第3誘電体層とレドームを兼用し装置をコンパクトにすることもできる。さらに、第9の構成の如く固定部材を設け、この固定部材により第3誘電体層を導体層に固定することにより、各誘電体層や導体層を強力にかつ一体に保持できる。そして、第10の構成の如く第1及び第2誘電体層を互通する柱状部材を設け、固定部材によりこの柱状部材の先端部を導体層に固定することにより、装置の中央近傍においても、各誘電体層や導体層を強力にかつ一体に保持できる。保持強度の向上により、製造の際の工作精度の改善や、より安定な特性を有する装置の製造が可能になる。

【0011】本発明の第11の構成に係るアンテナ装置は、第1乃至第10の構成において、上記第1誘電体層の厚みが、放射すべき波長の1%以下であることを特徴とする。本発明の第12の構成に係るアンテナ装置は、第1乃至第11の構成において、上記第1誘電体層が、その表面に上記第1放射素子及び上記給電線が形成された上記第1誘電体フィルムと、上記導体層と上記第1放射素子の間隔を保持するための厚みを有する第1誘電体基板と、を積層した構造を有することを特徴とする。本発明の第13の構成に係るアンテナ装置は、第1乃至第12の構成において、上記第2誘電体層が、その表面に上記第2放射素子が形成された第2誘電体フィルムと、上記第1放射素子と上記第2放射素子の間隔を保持するための厚みを有する第2誘電体基板と、を積層した構造を有することを特徴とする。本発明の第14の構成に係るアンテナ装置は、第12又は第13の構成において、上記第1又は第2誘電体基板が、発泡誘電体から形成された基板であることを特徴とする。

【0012】比較的長波長のマイクロ波の送信又は受信に適用するアンテナ装置を第1乃至第10の構成により実現しようとする場合には、第11の構成に係る厚み設定が現実的である。第12又は第13の構成の如く、一方では放射素子をフィルム上に形成し他方では誘電体基板にて厚み方向素子間隔の保持を図る構成を採用する場合、素子の形状・寸法の設計と、厚み方向素子間隔及び誘電率の設計とを、分離できるから、装置設計の自由度が向上する。第14の構成のごとく発泡誘電体を使用した場合、発泡誘電体が一般に低誘電率かつ低誘電正接であるため、給電損の低減や放射放射効率の向上を実現できる。

【0013】本発明の第15の構成に係る製造方法は、導体板、放射すべき波長に比べ薄くかつ均一な厚みを有する第1誘電体基板、当該第1誘電体基板より小さな厚みを有する第1誘電体フィルム、均一な厚みを有する第2誘電体基板、並びに当該第2誘電体基板より小さな厚みを有する第2誘電体フィルムを準備するステップと、上記第1誘電体フィルムの表面に、第1放射素子及びこれに給電するための給電線を形成するステップと、上記第2誘電体フィルムの表面に、第2放射素子を形成するステップと、上記各ステップを実行した後、上記導体板と上記第1放射素子の間隔が上記第1誘電体基板により、当該第1放射素子と上記第2放射素子の間隔が上記第2誘電体基板により、それぞれ保持されるよう、かつ上記第1及び第2放射素子の中心同士が第2誘電体基板を介し重なり合うよう、当該導体板、当該第1誘電体基板、上記第1誘電体フィルム、当該第2誘電体基板及び上記第2誘電体フィルムを順に積層するステップと、を有し、給電を受ける上記第1放射素子及び給電を受けない上記第2放射素子を備えたアンテナ装置を製造することを特徴とする。本構成においては、第1の構成に係るアンテナ装置が好適に製造される。

【0014】本発明の第16の構成に係る設計方法は、放射すべき周波数帯域におけるVSWR又は反射損失の周波数特性がスミスチャート上でループを描きかつこのループがスミスチャートの中心を取り巻くよう、上記第1及び第2放射素子の寸法又は間隔を決定するステップと、放射すべき周波数帯域におけるVSWR又は反射損失が上記ループ上に属することとなるよう、上記第1又は第2誘電体層の厚みを決定するステップと、を有することを特徴とする。ここで、インピーダンス整合できる周波数帯域（すなわちVSWRや反射損失が小さな周波数帯域）及びその幅は、一般に、導電層と第1放射素子の間隔及び第1放射素子と第2放射素子の間隔に応じて変化する。従って、本構成においては、第1の構成に係るアンテナ装置が好適に設計される。

【0015】本発明の第17の構成に係る設計方法は、放射すべき周波数帯域におけるVSWR又は反射損失の周波数特性がスミスチャート上でループを描きかつこのループがスミスチャートの中心を取り巻くよう、上記第1及び第2放射素子の寸法又は間隔を決定するステップと、放射すべき周波数帯域におけるVSWR又は反射損失が上記ループ上に属することとなるよう、上記第1誘電体層の厚み及び凹部の寸法を決定するステップと、を有することを特徴とする。ここで、インピーダンス整合できる周波数帯域及びその幅は、導電層と第1放射素子の間隔に応じて変化する。また、導電層と第1放射素子の間隔は凹部の寸法（例えば深さ）により変化する。従って、本構成においては、第2の構成に係るアンテナ装置が好適に設計される。

【0016】本発明の第18の構成に係る設計方法は、

放射すべき周波数帯域におけるVSWR又は反射損失の周波数特性がスミスチャート上でループを描きかつこのループがスミスチャートの中心を取り巻くよう、上記第1及び第2放射素子の寸法又は間隔を決定するステップと、放射すべき周波数帯域におけるVSWR又は反射損失が上記ループ上に属することとなるよう、上記第3誘電体層の誘電率を決定するステップと、を有することを特徴とする。ここで、インピーダンス整合できる周波数帯域及びその幅は、第1放射素子と第2放射素子の電磁結合の強度に応じて変化する。また、第1放射素子と第2放射素子の電磁結合の強度は、第3誘電体層の誘電率により変化する。従って、本構成においては、第6の構成に係るアンテナ装置が好適に設計される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態に関し図面に基づき説明する。なお、各実施形態に共通する部材に関しては同一の符号を付し説明を省略する。

【0018】実施形態1、図1及び図2には、本発明の実施形態1に係るアンテナ装置の構成が示されている。これらの図に示されるように、本実施形態においては、導体平板36の上に誘電体層38、誘電体フィルム40、誘電体層42及び誘電体フィルム44が順に積層されている。誘電体フィルム40の上側の表面には放射素子46及びこの放射素子46に給電するための給電線48が形成されている。さらに、誘電体フィルム44の上側の表面には放射素子50が形成されている。これら放射素子46、50及び給電線48は例えば銅箔であり、エッチング等の方法により誘電体フィルム40又は44上に被着形成される。誘電体層38及び42は一般に低誘電率かつ低誘電正接であるところの発泡誘電体38及び42として形成されている。このような発泡誘電体を使用することにより、放射素子46への給電の際発生する給電損を低くすることができ、また、放射素子46及び50の放射強度を向上させることができる。さらに、誘電体層38及び42は、それぞれ、導体平板36と放射素子46の間隔又は放射素子46と放射素子50の間隔をそれぞれ一定に保つスペーサとしても機能している。なお、図示していないが、導体平板36、誘電体層38、誘電体フィルム40、誘電体層42及び誘電体フィルム44は、ねじ等の固定部材により結合固定され、あるいは接着剤等により接着固定されている。

【0019】この実施形態に係るアンテナ装置により信号を無線送信する場合、給電線48を介し放射素子46に無線信号が給電される。この無線信号により励振されると、放射素子46はこの無線信号を所定方向に電波として放射する。一方で、放射素子50は放射素子46と電磁結合しているから、後述のように装置各部を設計することにより、放射素子50を用いない場合に比べより広い周波数帯域で入カインピーダンスを整合させることができる。放射素子46からの放射は、上述の電磁結合



を介し励振された放射素子50からの放射と共に、電波として空間に放射される。なお、送信時の動作に関する説明から自明であるため、受信時の動作に関する説明はここでは省略する。

【0020】この実施形態の特徴とするところは、第1に、給電線48からの不要漏射を防止するための金属遮蔽板を廃止した点にある。金属遮蔽板を廃止することにより、本実施形態においては、給電線48がトリプレートラインを構成する部位が存在しなくなる。すなわち、給電線48は、その全長に亘り、給電線48及び導体平板36にて誘電体層38をサンドイッチしたマイクロストリップラインを構成しているため、トリプレートラインからマイクロストリップラインへ又はその逆への伝播モードの変化は生じない。この結果、不要モードによる損失が防止される。さらに、このように金属遮蔽板を廃止することが可能であるのは、誘電体層38の厚さが放射に係る波長に比べ極めて薄いことによる。すなわち、導体平板36と給電線48の間隔が極めて小さいため、これらから構成されたマイクロストリップライン上の不連続部、例えばコーナーや変成器の部分からの放射も極めて少なくなり、放射損失は無視し得る程度となる。

【0021】従って、本実施形態によれば、従来に比べ給電線の少ないアンテナ装置を得ることができる。さらに、金属遮蔽板が不要であるため、部品点数の低減、ひいては低価格化を実現することができる。

【0022】さらに、誘電体層38が薄くなれば放射損失は小さくなり導体損失は大きくなるのに対し、誘電体層38が厚くなれば放射損失は大きくなり導体損失は小さくなる。また、アンテナの効率も両損失いずれによっても低下する。従って、放射損失及び導体損失の合計が最小になるように誘電体層38の厚さを設定するのが好ましい。すなわち、誘電体層38の厚さは放射に係る電波の波長に対し十分薄く、例えば1%以下程度とすればよい。本実施形態に係るアンテナ装置の用途がマイクロ波利用の衛星通信であり、使用する電波がLバンドやSバンド等の比較的低い周波数帯域である場合、この帯域に係る波長が約10.0〜30.0mmであることを考慮すると、上述のような1%以下といった発明設定は極めて現実的であると言える。

【0023】また、この1%という数値は、次のような事実により裏付けられている。ここでは、図3に示されるように、地板200上に発泡誘電体層202、誘電体フィルム204及び発泡誘電体層206を順に積層し、誘電体フィルム204上にマイクロストリップ208が形成されている構造を考える。また、地板200とマイクロストリップ208の間隔が1mm、すなわち3GHzの電磁波の自由空間波長の約1%であるとする。マイクロストリップ208の形状がストレートラインである場合(図4)とクランク付ラインである場合(図5)の伝達損失を測定したところ、それぞれ図6又は図7に示

されるような結果が得られた。図6に示されるストレートラインの伝達損失と図7に示されるクランク付ラインの伝達損失とを比較すると、後者の伝達損失が3GHz付近で急激に増加し始めることがわかる。図5に示されるクランク210を設けたため生じる損失は概ね放射損失であるから、図3に示される構造では少なくとも3GHz付近まではクランク210からの放射損失がほとんど生じないと見なせる。さらに、アレイアンテナにて使用されるような給電線路では通常多くのクランクが用いられる。これらのことから、地板200とマイクロストリップ208の間隔、ひいては発泡誘電体202の厚みを使用周波数の1%(3GHzのときは1mm)とすれば、クランク210からの放射損失を抑制できることがわかる。ここでいう発泡誘電体202の厚みが上述の実施形態では誘電体層38の厚みに相当することは、容易に理解されるであろう。

【0024】図8〜図10には、放射素子46と50の電磁結合の強度を徐々に強くしていった場合の特性変化がスミスチャートを用いて表されている。これらの図において実線100で表されているのは図1及び図2に示される装置の入力インピーダンスであり、中央に描かれている虚線円102はV.SWR又は反射係数、反射損失が一定の円である。この虚線円102の内側においては、虚線円102上のV.SWRよりも小さなV.SWRが得られるから、特性を示す実線100のうちこの虚線円102内に存在する部分においては、入力インピーダンスが良好に整合していると言える。

【0025】図1及び図2に示されるように給電線48から直接給電を受ける放射素子46及び給電線48には接続されていない放射素子50を上下に配置した構成においては、図8〜図10に示されるように、入力インピーダンス特性100の一部がスミスチャート上でループ104を描く。このループ104の位置は、放射素子46及び50の径や間隔を調整することにより、スミスチャートの中心、すなわち虚線で示されているV.SWR円102の近傍に調整することができる。特に、ループの大きさを適宜調整し、ループ104の全体がV.SWR円102の中に入りかつループ104が十分大きくなるようにすれば、図8に示されるようにループ104が小さい場合や図10に示されるようにループ104がV.SWR円の外部に出ている場合に比べ、広い帯域に亘って入力インピーダンスを整合させることができる。例えば、放射素子46及び50と導体平板36の間隔を広げると、それまで図8上でマーカa及びbで括られていた帯域がマーカa'及びb'にて括られた部位に移動するようになり、同じ大きさのループ104でもループ104に含まれる周波数範囲が広くなり、より広い周波数範囲でインピーダンスを整合させることができるようになる。また、放射素子46と放射素子50の間隔を小さくすると、両者の電磁結合の増大に伴いループ104が大

きくなるためやはりより広い周波数範囲でインピーダンスを整合させることができるようになる。但し、放射素子46と放射素子50の間隔を小さくし過ぎると、VSWR値が図中破線円102で表されている所望のVSWR値を上回ってしまい、インピーダンス整合が得られなくなる。従って、ループ104の大きさが破線円102より若干小さい程度となるよう放射素子46と放射素子50の間隔を設計すれば、最も広い周波数範囲に直リインピーダンス整合が得られる。

【0026】実施形態2、図11～図13には、本発明の実施形態2に係るアンテナ装置の構成が示されている。この実施形態が実施形態1と相違する点は、導体平板36の上側の面に凹部52を設けていることである。凹部52の位置は、当該凹部52の中心が放射素子46及び50の中心とほぼ一致するように設定する。さらに、凹部52の寸法は、図13に示されるように、放射素子46及び50の端部から発せられた電気力線がこの凹部52の内部に達するよう、放射素子46及び50の寸法とほぼ同等又はそれ以上とするのが好ましい。但し、仮に放射素子46及び50の寸法と同じ寸法にすると工作成度が厳しくなり製造工程上の問題が生じ、逆に給電線48にかかる程大きな寸法にするとその部分のインピーダンスが変化し整合がとりにくくなる。従って、凹部52の大きさは、インピーダンス整合に支障がなかった製造工程上の問題が生じない程度の大きさとなるよう、設計するのが好ましい。

【0027】このように凹部52を設けるのは、誘電体層38を厚くすることなく、良好にインピーダンス整合することができる周波数帯域を広げるためである。例えば、前述の実施形態1の装置において誘電体層38の厚さある厚さに設定した場合に図8に示されるような特性が得られたとする。さらに、設計上入力インピーダンスの整合を確保しなければならない周波数帯域に相当する部位が、図8に示される特性上、マーカa及びbに挟まれた領域であるとする。この場合には、マーカaに対応する周波数が例えばマーカa'の点に、またマーカbに対応する周波数がマーカb'の点にそれぞれ移動させなければならない。その方法のうち実施形態1にて実行可能な方法としては、誘電体層38を厚くすることにより放射素子46及び50と導体平板36の間隔を大きくする方法と、誘電体層42を薄くすることにより放射素子46と放射素子50の間隔を小さくしこれにより両者の電磁結合の強度を上げる方法とがある。

【0028】これらのうち第1の方法、すなわち誘電体層38を厚くすることによって整合帯域を広くする方法には、いくつかの問題点がある。例えば、放射素子46及び50と導体平板36の間隔は、これらの間に高次モードでの伝搬が生じないような間隔までしか広げることができない。また、給電線48及び導体平板36から構成されるマイクロストリップラインからの不要放射を抑制

するためには、給電線48と導体平板36の間隔、従って放射素子46及び50と導体平板36の間隔をある程度以上大きくすることはできない。本実施形態のように導体平板36に凹部52を設けると、給電線48と導体平板36の間隔を減らすことなく、放射素子46及び50と導体平板36の表面との間隔を広げることができる。従って、本実施形態においては、給電線48及び導体平板36から構成されるマイクロストリップラインからの不要放射を増加させることなく、より広い周波数帯域においてインピーダンスを整合させることができる。

【0029】また、凹部52の寸法を放射素子46及び50の寸法より大きくしているため、図13に示されるように放射素子46及び50の端部から発せられた電気力線をも凹部52の内部に集めることができ、凹部52を設けているにもかかわらず放射素子46及び50を正常なモードにて動作させることができる。

【0030】実施形態3、図14及び図15には、本発明の実施形態3に係るアンテナ装置の構成が示されている。この実施形態においては、実施形態2における凹部52の内部に誘電体片54が収納されている。このような誘電体片54を用いることにより、凹部52周辺の構造的な支持強度を高めることができる。また、誘電体片54を発泡誘電体から形成することにより、電氣的な性能を劣化させる恐れを防ぐことができる。

【0031】実施形態4、図16及び図17には、本発明の実施形態4に係るアンテナ装置の構成が示されている。この実施形態においては、前述の実施形態1の構成にさらに誘電体層56が追加されている。誘電体層56は、誘電体層38及び42を構成する誘電体材料（発泡誘電体）よりも高い誘電率を有する材質から形成されている。従って、放射素子46から発せられた電気力線は放射素子50側に誘導される。これによって、放射素子46と放射素子50の間の電磁結合の強度は実施形態1に比べ強くなる。このようにすると、誘電体層42を薄くすることなく放射素子46と放射素子50の間の電磁結合の強度を高めることができ、ひいてはより広い周波数帯域においてインピーダンスを整合させることができる。

【0032】なお、放射素子50と誘電体層56の間に他の層、例えば空気等の層や発泡誘電体の層を配置しても同様の効果を得ることができるもの、これらの層が厚いと放射素子46の端部から発せられた電気力線が放射素子50側に誘導されにくくなるため、効果は若干小さくなる。

【0033】実施形態5、図18及び図19には、本発明の実施形態5に係るアンテナ装置の構成が示されている。この実施形態は、前述の実施形態2と実施形態4とを組み合わせた構成を有しており、従って実施形態2及び4双方の効果を得ることができる。さらに、実施形態2と実施形態4とを組み合わせることで、さらに広

い周波数帯域においてインピーダンスを整合させることができる。無論、この実施形態において誘電体片54を利用することも可能である。

【0034】実施形態6、図20には、本発明の実施形態6に係るアンテナ装置の構成が示されている。この実施形態においては、実施形態4における誘電体層56からその下側に複数本の誘電体柱58が伸展されている。誘電体柱58は誘電体フィルム44、誘電体層42、誘電体フィルム40及び誘電体層38を貫通して導体平板36に達している。誘電体柱58の端部はこの導体平板36にねじ60によって固定されている。

【0035】このようにした場合、実施形態4と同様の性能を得られるのに加え、実施形態4に比べ強力な保持強度を得ることができる。すなわち、誘電体フィルム40及び44や、発泡誘電体から形成された誘電体層38及び42は、一般に柔軟な部材であるため、これらを積層したのみではその平面度や厚みを一定に保つことが難しい。従って、実施形態4のごとく誘電体層56をこれらの上に積層することにより、平面度や厚みの一定さを改善することができる。さらに、この実施形態のように誘電体柱58及びねじ60にて誘電体層56と導体平板36とを接合固定するようにすれば、誘電体層38及び42並びに誘電体フィルム40及び44の平面度や厚みの一定さをさらに改善することができる。また、誘電体柱58をアンテナ装置の中央部近傍においても設けるようにすれば、アンテナ装置の中央部においても平面度や厚みの一定さを確保することができる。加えて、アンテナ装置の周囲にスペーサを設け誘電体層56と導体平板36とを接合固定する構成に比べ、本実施形態の方が、スペーサを使用しない点で部品点数が少なく、従って安価となる。なお、本実施形態においても凹部52や誘電体片54を設けることができる。

【0036】実施形態7、図21及び図22には、本発明の実施形態7に係るアンテナ装置の構成が示されている。この実施形態においては、誘電体フィルム40及び44は用いられていない。放射素子46及び給電線48は誘電体層38の上側の表面に、放射素子50は誘電体層42の上側の表面に、それぞれ設けられている。このような構成としても、前述の実施形態1と同様の効果を得ることができる。さらに、この実施形態を、前述の実施形態2～6に基づき変形することも可能である。

【0037】補遺、以上説明においては、放射素子46及び50を円形としているが、本発明は円形の放射素子に限定すべきものではない。すなわち、方形等、他の形状を有する放射素子46及び50を用いて本発明を実施することもできる。また、本発明は平板状のアンテナに限定されるものではなく、曲面部分を有するアンテナにも適用可能である。さらに、前述の実施形態4～6においては、誘電体層56の機能として放射素子46と放射素子50の間の電磁結合強度を高める機能しか説明しな

かったが、誘電体層56には、他に、レドームとしての機能もある。すなわち、放射素子46及び50を含むアンテナ装置の内部構造を周囲の環境、例えば雨、風、温度、湿度、埃等から防ぐ機能も有している。このように誘電体層56とレドームとを兼用することにより、装置構成はよりコンパクトになる。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の第1の構成によれば、第1誘電体層の厚さを放射すべき信号の波長に比べ十分に薄くしたため、コーナーや変成器構造等の部位で給電線に伝播モード不連続点が生じたとしても、給電線からは問題となるような不要放射は生じない。従って、給電線が小さくなると共に、給電線からの不要放射を防ぐための金属遮蔽板が不要になる。すなわち、本構成においては、従来に比べ低損失で、部品点数が少なく、かつ安価なアンテナ装置が得られる。

【0039】また、本発明の第2の構成によれば、導体層の表側の面に凹部を配置かつ形成することにより第1放射素子と導体層の表側の面との距離を拡大したため、より広い周波数帯域にてインピーダンス整合できる。その際、第1誘電体層を厚くする必要もない。本発明の第3の構成によれば、凹部を第1放射素子より大きくし第1放射素子の端部からの電気力線を凹部に集めるようにしたため、第2の構成に係る効果がより顕著になる。また、本発明の第4の構成によれば、凹部の内部に誘電体片を配置するようにしたため、凹部近傍の構造を誘電体片にて舒適に維持することができる。さらに、本発明の第5の構成によれば、発泡誘電体から形成された誘電体片を用いているため、損失の増大は生じにくい。

【0040】本発明の第6の構成によれば、第2誘電体層の表側の面に第3誘電体層を配置するようにしたため、第1放射素子から発せられる電気力線をより多く第2放射素子側に誘導することができ、第1放射素子と第2放射素子の電磁結合を強めることができる。従って、より広い周波数帯域でインピーダンス整合可能になる。その際、第1誘電体層を厚くする必要はないから、第1の構成における作用も引き継ぎ得られ、加えて、第2の構成のように凹部を設ける必要がないから、導体層を第2の構成に比べ薄くでき、装置をより小形化できる。本発明の第7の構成によれば、第3誘電体層の誘電率を第1及び第2誘電体層より高くしたため、第1放射素子と第2放射素子の電磁結合をさらに強め、より広い周波数帯域でインピーダンス整合可能になる。本発明の第8の構成によれば、第3誘電体層とレドームを兼用するようにしたため、装置をコンパクトにすることができる。本発明の第9の構成によれば、固定部材により第3誘電体層を導体層に固定するようにしたため、各誘電体層や導体層を強力にかつ一体に保持できる。そして、本発明の第10の構成によれば、第1及び第2誘電体層を貫通する柱状部材を設け、固定部材によりこの柱状部材の先端

部を導体層に固定するようにしたため、装置の中央近傍においても誘電体層や導体層を強力にかつて保持できる。これにより、製造の際の工作精度の改善や、より安定な特性を有する装置の製造が可能になる。

【0041】本発明の第11の構成によれば、第1誘電体層の厚みを波長の1%以下としたため、比較的長波長のマイクロ波の送信又は受信に通ずるアンテナ装置を実現できる。本発明の第12及び第13の構成によれば、一方では放射素子をフィルム上に形成し他方では誘電体基板にて厚み方向素子間隔の保持を図るようにしたため、素子の形状・寸法の設計と、厚み方向素子間隔及び誘電率の設計とを、分離でき、装置設計の自由度が向上する。本発明の第14の構成によれば、第1又は第2誘電体基板を発泡誘電体にて形成したため、拾電損失の低減や放射効率の向上を実現できる。

【0042】本発明の第15の構成によれば、放射すべき波長に比べ十分に薄い第1誘電体基板を利用して積層構造を製造するようにしたため、本発明の第1の構成に係るアンテナ装置を好適に製造できる。本発明の第16の構成によれば、第1又は第2誘電体基板の厚みをVSWR又は反射損失の周波数特性に従い決定するようにしたため、本発明の第1の構成に係るアンテナ装置を好適に設計できる。本発明の第17の構成によれば、第1誘電体基板の厚み及び凹部の寸法をVSWR又は反射損失の周波数特性に従い決定するようにしたため、本発明の第2の構成に係るアンテナ装置を好適に設計できる。本発明の第18の構成によれば、第3誘電体層の誘電率をVSWR又は反射損失の周波数特性に従い決定するようにしたため、本発明の第6の構成に係るアンテナ装置を好適に設計できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図2】 本発明の実施形態1に係るアンテナ装置を図1中のA-A'線に沿って切断して得られる端面を示す図である。

【図3】 マイクロストリップ拾電線路の一例を示す断面図である。

【図4】 ストレートラインのマイクロストリップを示す平面図である。

【図5】 クランク付ラインのマイクロストリップを示す平面図である。

【図6】 図4に示されるマイクロストリップの伝送損失を0.05GHzから10.05GHzに亘り測定した結果を示す図である。

【図7】 図5に示されるマイクロストリップの伝送損失を0.05GHzから10.05GHzに亘り測定した結果を示す図である。

【図8】 本発明に係るアンテナ装置の入力インピーダ

ンスの特性を設計する手順を説明するためのスミスチャートである。

【図9】 本発明に係るアンテナ装置の入力インピーダンスの特性を設計する手順を説明するためのスミスチャートである。

【図10】 本発明に係るアンテナ装置の入力インピーダンスの特性を設計する手順を説明するためのスミスチャートである。

【図11】 本発明の実施形態2に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図12】 本発明の実施形態2に係るアンテナ装置を図11中のB-B'線に沿って切断して得られる端面を示す図である。

【図13】 実施形態2における電磁力線の分布を示すべく誘電体層を省略して描いた端面図である。

【図14】 本発明の実施形態3に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図15】 本発明の実施形態3に係るアンテナ装置を図14中のC-C'線に沿って切断して得られる端面を示す図である。

【図16】 本発明の実施形態4に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図17】 本発明の実施形態4に係るアンテナ装置を図16中のD-D'線に沿って切断して得られる端面を示す図である。

【図18】 本発明の実施形態5に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図19】 本発明の実施形態5に係るアンテナ装置を図18中のE-E'線に沿って切断して得られる端面を示す図である。

【図20】 本発明の実施形態6に係るアンテナ装置の構成を示し、誘電体柱を通り拾電線を通らない線にて切断した場合の切断端面図である。

【図21】 本発明の実施形態7に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図22】 本発明の実施形態7に係るアンテナ装置を図21中のF-F'線に沿って切断して得られる端面を示す図である。

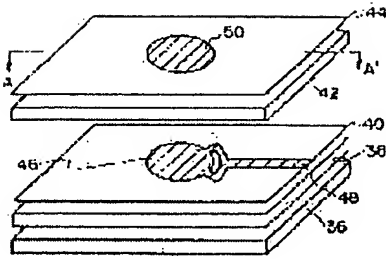
【図23】 従来におけるアンテナ装置の構成を示す上面図である。

【図24】 従来におけるアンテナ装置の構成を図23中のG-G'線に沿って切断した端面にて表す切断端面図である。

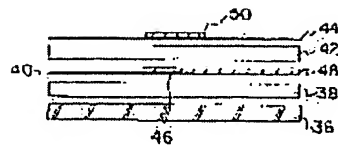
【符号の説明】

36 導体平板、38、42、56 誘電体層、40、44 誘電体フィルム、46、50 放射素子、48 拾電線、52 凹部、54 誘電体片、58 誘電体柱、60 ねじ。

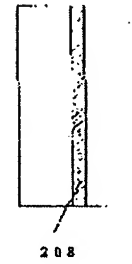
【圖 1】



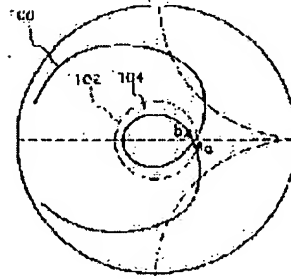
【圖 2】



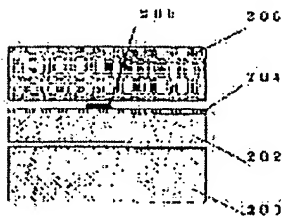
【圖 4】



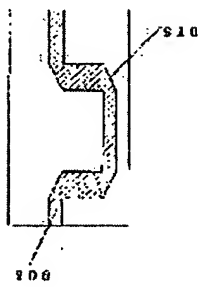
【圖 9】



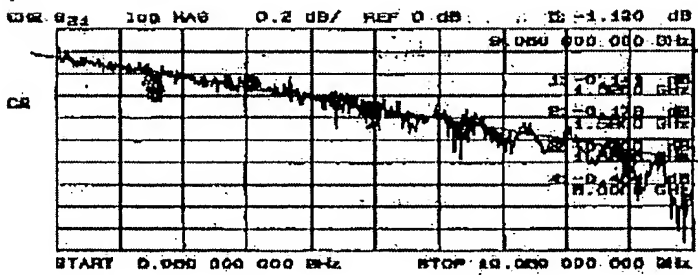
【圖 3】



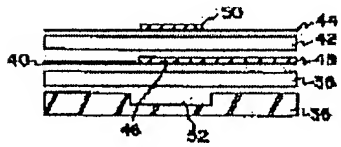
【圖 5】



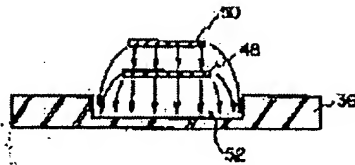
【圖 6】



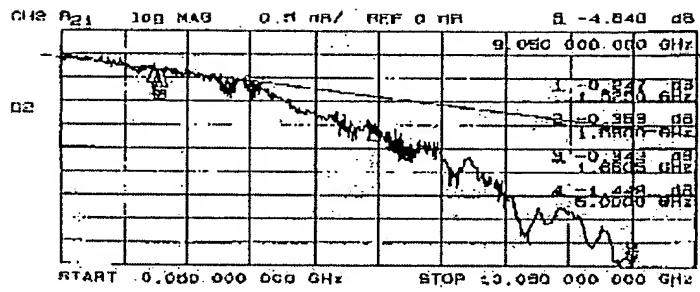
【圖 12】



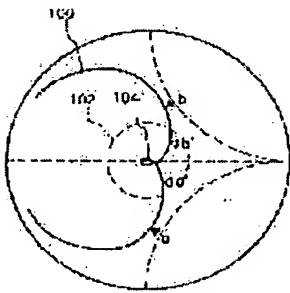
【圖 13】



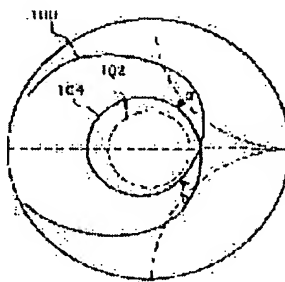
[圖 7]



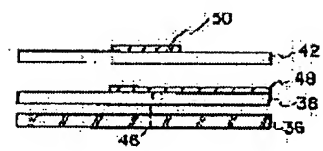
[圖 8]



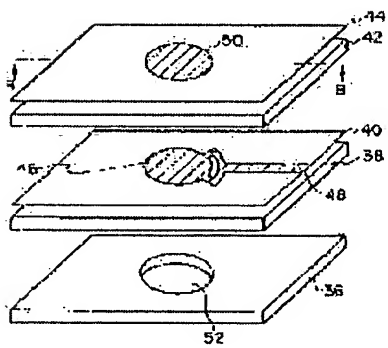
[圖 10]



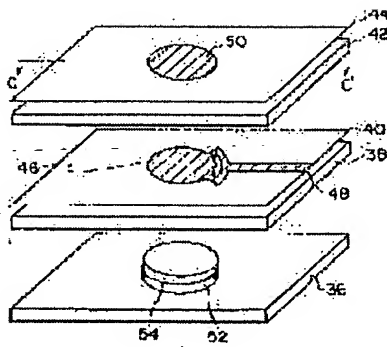
[圖 22]



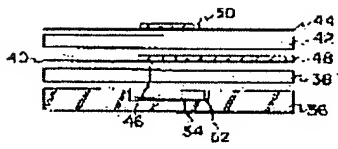
[圖 11]



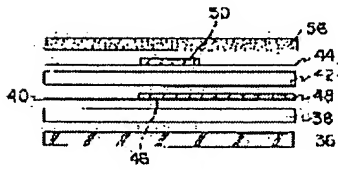
[圖 14]



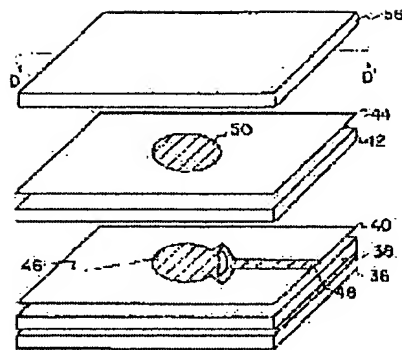
【図15】



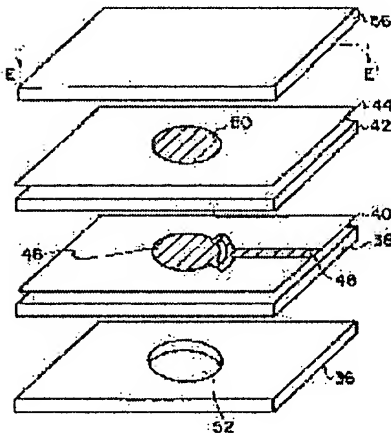
【図17】



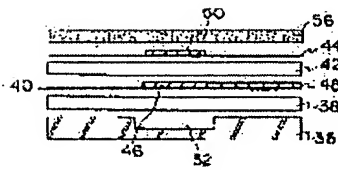
【図16】



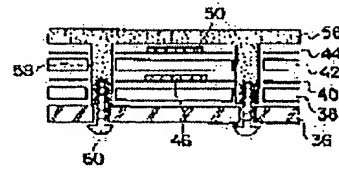
【図18】



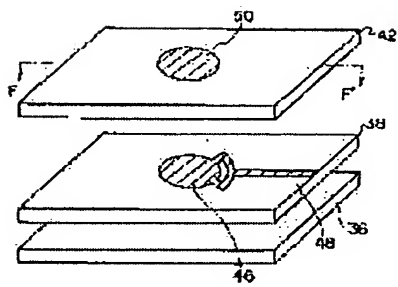
【図19】



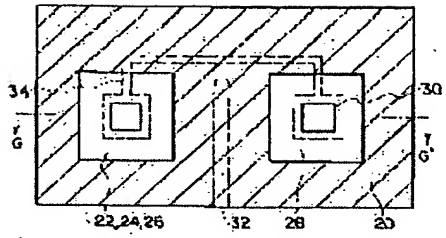
【図20】



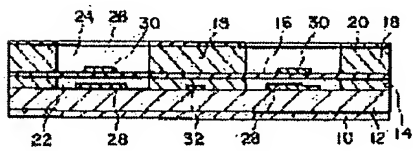
【図 2 1】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

(72)発明者 小西 西彦  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 中原 新太郎  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内